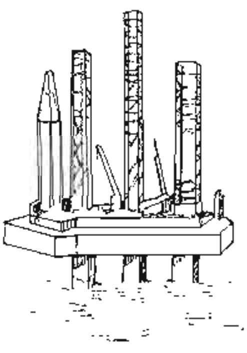
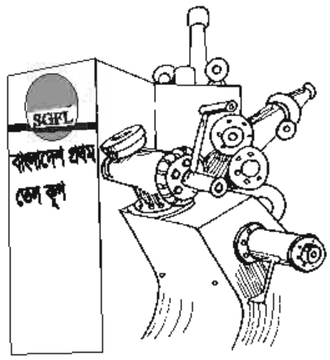
একাদশ অধ্যায়

খনিজ সম্পদ– জীবাশ্ম

বাংলাদেশ পেট্রোলিয়াম কর্পোরেশন সম্প্রতি কৈলাশটিলা ও জৈন্তায় তেল ক্ষেত্র আবিষ্কারের ঘোষণা দিয়েছে। ইতোপূর্বে হরিপুরে তেল আবিষ্কারের ঘোষণা দিলেও কার্যত তা ছিল একটি গ্যাস ক্ষেত্র। সেখানে গ্যাসের সাথে কিছু তেল পাওয়া যায়। বাংলাদেশের পূর্বাঞ্চলে প্রাকৃতিক গ্যাস এবং উত্তরাঞ্চলে কয়লার উল্লেখযোগ্য মওজুদ আছে। মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণী 200 মিলিয়ন বা তারচেয়ে বেশি বছর মাটির নিচে থেকে উচ্চ তাপ ও চাপে কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস বা খনিজ তেলে পরিণত হয় বলে এগুলোকে জীবাশ্ম জ্বালানি বলা হয়। জীবাশ্ম জ্বালানি বিদ্যুৎ, রাসায়নিক সার, পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে এবং জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। পরিমাণগত সীমাবদ্ধতা এবং এর উপর দেশের সকল নাগরিকের অধিকার বিবেচনায় এই প্রাকৃতিক সম্পদের সুষ্ঠু ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।



সাঙ্গু গ্যাসক্ষেত্র



সম্ভাব্য কৈলাসটিলা তেলক্ষেত্র



বড়পুকুরিয়া কয়লা খনি

এই অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা–

(১) জীবাশ্ম জ্বালানির ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।

(২) পেট্রোলিয়ামকে জৈব যৌগের মিশ্রণ হিসেবে ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৩) পেট্রোলিয়ামের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৪) হাইড্রোকার্বনের ধারণা ও শ্রেণিবিভাগ ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৫) সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের প্রস্তুতির বিক্রিয়া ও ধর্ম ব্যাখ্যা এবং এদের মধ্যে পার্থক্য করতে পারব।

(৬) প্লাস্টিক দ্রব্য ও তন্তু তৈরির রাসায়নিক বিক্রিয়া এবং এর ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।

(৭) পরিবেশের ওপর প্লাস্টিক দ্রব্য অপব্যবহারের কুফল উল্লেখ করতে পারব।

(৮) প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোলিয়াম এবং কয়লা ব্যবহারের সুবিধা–অসুবিধা ও ব্যবহারের কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারব।

(৯) হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিডের প্রস্তুতির কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারব।

(১০) অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিডের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।

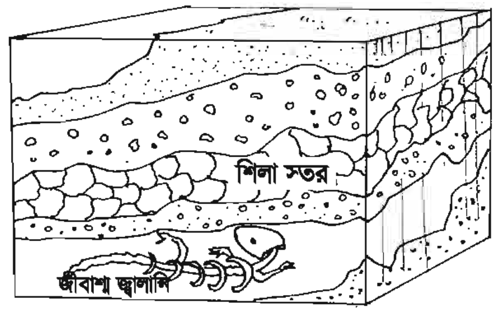
(১১) পরিবেশের উপর প্লাস্টিক দ্রব্যের প্রভাব সম্পর্কিত অনুসন্ধানমূলক কাজ করতে পারব।

(১২) পরীক্ষার মাধ্যমে জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্য করে দেখাতে পারব।

(১৩) জীবাশ্ম জ্বালানির সঠিক ব্যবহার সম্পর্কে সচেতনতা প্রদর্শন করব।

১১.১ জীবাশ্ম জ্বালানি

কয়লা, তেল ও প্রাকৃতিক গ্যাস জীবাশ্ম জ্বালানির উদাহরণ। প্রাগৈতিহাসিক কালে উদ্ভিদ ও জলাভূমির প্রাণী প্রাকৃতিক বিপর্যয়ে কাঁদামাটির নিচে চাপা পড়ে। কাঁদামাটির স্তর মৃত উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহের বায়ুর উপস্থিতিজনিত ক্ষয় রোধ করে। ভূ-প্রকৃতি ও জলবায়ুর পরিবর্তনে উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহ জলাভূমি ও বালুস্তরের নিচে ছিদ্রবিহীন শিলাখন্ডের দুটি স্তরের মাঝে আটকা পড়ে। উচ্চ তাপ ও চাপে বায়ুর অনুপস্থিতিতে উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহ হাজার হাজার বছরে ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে জীবাশ্ম জ্বালানিতে পরিণত হয়। উদ্ভিদদেহ মাটির নিচে পরিবর্তিত হয়ে কয়লায় রূপান্তরিত হয়। অপরদিকে জলাভূমির ক্ষুদ্র প্রাণিসত্ত্বা একই প্রক্রিয়ায় তেল বা পেট্রোলিয়ামে পরিণত হয়। পরিবর্তন প্রক্রিয়া অব্যাহত থাকলে তেল বা পেট্রোলিয়ামের উপরে গ্যাসীয় উপাদান জমা হয় যাহা প্রাকৃতিক গ্যাস নামে পরিচিত।



চিত্র ১১.১ : ভূ-গর্তে জীবাশ্ম জ্বালানি

> কাজ : দৈনন্দিন জীবনে ব্যবহৃত জ্বালানির একটি তালিকা তৈরি কর। এগুলোকে জ্বালানি বলা হয় কেন? ব্যবহৃত জ্বালানিগুলোর মধ্যে কোনগুলো জীবাশ্ম জ্বালানি নয়?

সকল জ্বালানির মূল উপাদান কার্বন ও কার্বন যৌগ। কয়লা, পেট্রোলিয়াম এবং প্রাকৃতিক গ্যাসকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। কয়লা কার্বনের একটি রূপ। পেট্রোলিয়াম মূলত হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ, এতে হাইড্রোকার্বন ছাড়া কিছু জৈব যৌগ থাকে। প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান মিথেন (80%)। এছাড়াও প্রাকৃতিক গ্যাসে থাকে ইথেন (7%), প্রোপেন (6%), বিউটেন ও আইসো বিউটেন (4%), পেনটেন (3%) কিন্তু বাংলাদেশে এ পর্যন্ত পাওয়া প্রাকৃতিক গ্যাসের 99.99% মিথেন। জ্বালানিকে অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে বা দহন করলে তাপশক্তি পাওয়া যায়।

$$C + O_2 = CO_2 + \text{তাপ}$$

$$C + O_2 = CO + \text{তাপ}$$

$$CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + \text{তাপ}$$

$$C_2H_6 + 2O_2 = CO_2 + 3H_2O + \text{তাপ}$$

> জ্বালানি ও অক্সিজেনের দহনে উৎপাদন ও শক্তি পাওয়া যায়। এ শক্তিকে বিভিন্ন কাজে যেমন; বিদ্যুৎ উৎপাদনে, মটর ইঞ্জিন চালাতে, বিমান চালাতে, রান্নার কাজে, শিল্পে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করতে ব্যবহার করা হয়।

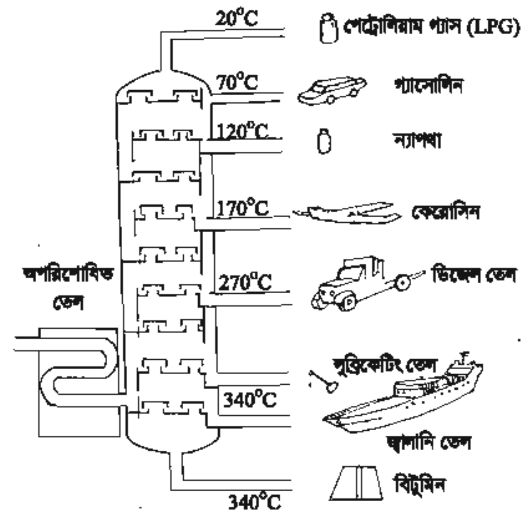
জ্বালানি	বর্ণ	ভৌত অবস্থা	প্রধান উপাদান
কয়লা	কালো	কঠিন	কার্বন
পেট্রোলিয়াম	কালো-বাদামি	ঘন তরল	হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ
প্রাকৃতিক গ্যাস	বর্ণহীন	গ্যাস	মিথেন

ছক ১১.১: জীবাশ্ম জ্বালানির বর্ণ, ভৌত অবস্থা ও প্রধান উপাদান।

> খনি থেকে আহরিত কয়লাকে (Coal) তাপ দিলে বিভিন্ন উদ্বায়ী যৌগ গ্যাস হিসেবে নির্গত হয়। গ্যাস নির্গত হওয়ার পর প্রাপ্ত অবশেষকে কোক (Coke) বলে।

১১.২ পেট্রোলিয়ামের উপাদানসমূহ

অপরিশোধিত তেল (Crude Oil) বা পেট্রোলিয়াম (তরল সোনা) মূলত হাইড্রোকার্বন ও অন্যান্য কিছু জৈব যৌগের মিশ্রণ। অপরিশোধিত তেলকে ব্যবহার উপযোগী করার জন্য এর বিভিন্ন অংশকে আংশিক পাতন পদ্ধতিতে পৃথক করা হয়। অপরিশোধিত তেলের বিভিন্ন অংশকে পৃথক করার প্রক্রিয়াকে পরিশোধন (Refining) বলে। বাংলাদেশে চট্টগ্রামের ইস্টার্ণ রিফাইনারিতে তেল পরিশোধন করা হয়। পেট্রোলিয়ামে বিদ্যমান উপাদানের স্ফুটনাঙ্কের উপর ভিত্তি করে তেল পরিশোধনাগারে পৃথকীকৃত বিভিন্ন অংশের নাম পর্যায়ক্রমে পেট্রোলিয়াম গ্যাস, পেট্রোল (গ্যাসোলিন), ন্যাপথা, কেরোসিন (বাসা বাড়িতে ব্যবহৃত কেরোসিন নয়), ডিজেল তেল, লুব্রিকেটিং তেল ও বিটুমিন।



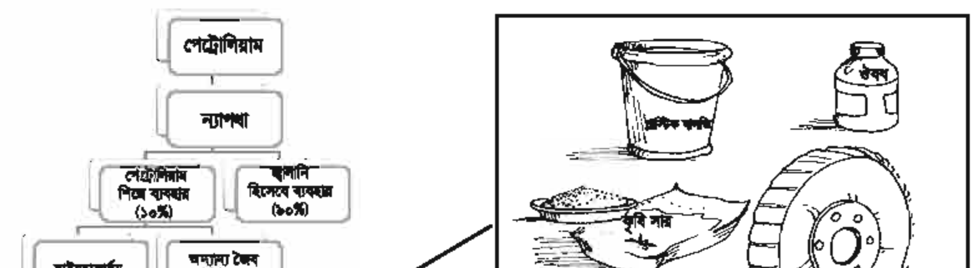
চিত্র ১১.২ : পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতন

১১.৩ পেট্রোলিয়ামের বিভিন্ন অংশের ব্যবহার

পেট্রোলিয়াম বা অপরিশোধিত তেলকে 400 °C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে আংশিক পাতন কলামের নিম্নপ্রান্ত দিয়ে প্রবেশ করিয়ে কলামের বিভিন্ন তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পেট্রোলিয়ামের বিভিন্ন অংশ সংগ্রহ করা হয়। অংশ কলামের মধ্যে 20 °C তাপমাত্রার নিচে পেট্রোলিয়ামের যে অংশ গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে তার নাম পেট্রোলিয়াম গ্যাস। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 2 ভাগ পেট্রোলিয়াম গ্যাস থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 1 থেকে 4 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। শুরুতে এ গ্যাসকে বায়ুতে উন্মুক্ত করে দেওয়া হতো। বর্তমানে একে তরলীভূত ও সিলিন্ডারে ভর্তি করে LPG গ্যাসরূপে রান্নার কাজে এবং প্রয়োজনীয় তাপ উৎপাদনে ব্যবহার করা হয়।

অংশ কলামের 21-70 °C তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে পেট্রোল (গ্যাসোলিন) বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 5 ভাগ পেট্রোল থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 5 থেকে 10 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে পেট্রোল ইঞ্জিনের (প্রাইভেট কার, মাইক্রোবাস) জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

অংশ কলামের 71-120 °C তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে ন্যাপথা বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 10 ভাগ ন্যাপথা থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 7 থেকে 14 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে জ্বালানি ও পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে বিভিন্ন রাসায়নিক যৌগ ও ব্যবহার্য দ্রব্য প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ১১.৩ : ন্যাপথার ব্যবহারক্ষেত্র

অংশ কলামের 121-170 ^oC তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে কেরোসিন (প্যারাফিন: অসক্তিহীন) বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 13 ভাগ কেরোসিন থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 11 থেকে 16 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে জেট ইঞ্জিনের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

171-270 ^oC তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পৃথকীকৃত অংশকে ডিজেল তেল বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 20 ভাগ ডিজেল তেল থাকে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 16 থেকে 20 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে ডিজেল বাস ইঞ্জিনের এবং জাহাজের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

271-340 ^oC তাপমাত্রা অঞ্চল থেকে পেট্রোলিয়ামের দুই অংশ, লুব্রিকেটিং তেল ও জ্বালানি তেল পৃথক হয়। প্রথম পৃথকীকৃত অংশকে লুব্রিকেটিং তেল বলে। এ অংশের হাইড্রোকার্বনে 20 থেকে 35 পর্যন্ত কার্বন সংখ্যা থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে ইঞ্জিনের পিচ্ছলকারক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এই তাপমাত্রা অঞ্চলে পৃথকীকৃত পেট্রোলিয়ামের অপর অংশকে জ্বালানি তেল বলে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে জাহাজের জ্বালানি এবং বাসা বাড়ির জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

340 ^oC তাপমাত্রায় পৃথক করার পর অবশিষ্ট অংশকে বিটুমিন বলে। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 50 ভাগ লুব্রিকেটিং তেল ও বিটুমিন থাকে। বিটুমিন অংশের হাইড্রোকার্বনে কার্বন সংখ্যা 70 থেকে বেশি থাকে। পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত বিটুমিন অংশকে রাস্তা তৈরিতে ব্যবহার করা হয়।

পরীক্ষাগারে এবং শিল্পকারখানায় যে সকল হাইড্রোকার্বন ব্যবহার করা হয় তার বেশির ভাগই এই পেট্রোলিয়াম থেকে বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় প্রস্তুত করা হয়।

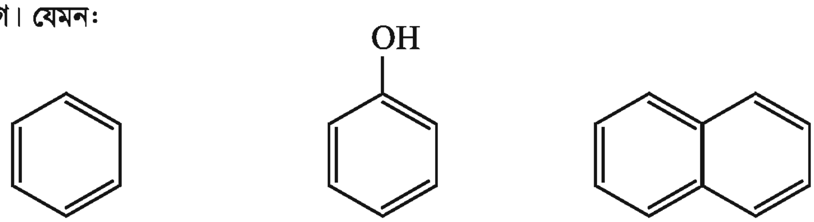
১১.৪ হাইড্রোকার্বন

হাইড্রোকার্বনসমূহ শুধু কার্বন ও হাইড্রোজেনের সমন্বয়ে গঠিত। এতে কার্বন ও হাইড্রোজেন সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ থাকে। হাইড্রোকার্বনসমূহকে সাধারণভাবে (C_xH_y) হিসেবে লেখা হয়। যেমন; মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), ইথিন (C_2H_4), সাইক্লোহেক্সেন (C_6H_{12}), বেনজিন (C_6H_6)।

১. হাইড্রোকার্বনের শ্রেণিবিভাগ:

হাইড্রোকার্বনকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা: অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন।

অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন: তোমরা আলমারিতে ন্যাপথলিন এবং সাপ তারাতে ফেনল (কার্বলিক এসিড) ব্যবহার কর যা অ্যারোমেটিক যৌগ। যেমন:



বেনজিন ফেনল ন্যাপথলিন

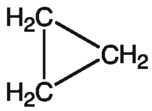
কয়েকটি বিশেষ বৈশিষ্ট্যসম্পন্ন যৌগকে অ্যারোমেটিক যৌগ বলে।

অ্যারোমেটিক যৌগসমূহ সাধারণত ৫, ৬ বা ৭ সদস্যের সমতলীয় চক্রিয় যৌগ। এতে একান্তর দ্বি–বন্ধন থাকে; অর্থাৎ কার্বন–কার্বন একটি একক বন্ধন এবং একটি দ্বি–বন্ধন থাকে।

[অ্যারোমেটিক যৌগের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে তোমরা পরবর্তী শ্রেণিতে বিস্তারিত জানতে পারবে]

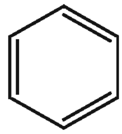
অ্যারোমেটিক বৈশিষ্ট্যবিহীন হাইড্রোকার্বনকে অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন বলে। অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন দুই প্রকার। যথা– মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন ও বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন।

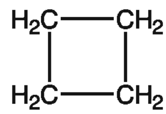
কাজ : নিচের হাইড্রোকার্বনসমূহকে মুক্ত শিকল ও বন্ধ শিকল ও অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন হিসেবে পৃথক কর।

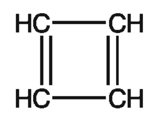


CH_3-CH_2-CH_2-CH_3

CH_3-CH_2-CH_3







যে সকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে কমপক্ষে দুটি প্রান্তীয় কার্বন পরমাণু থাকে তাদেরকে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন বলে। যেমন, মিথেন (CH_4), ইথেন (CH_3-CH_3), ইথিন ($CH_2 = CH_2$)।

শিক্ষার্থীর কাজ : উপরের উদাহরণের সাহায্য নিয়ে বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বনের সংজ্ঞা লিখ।

মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনকে দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা : সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুসমূহ একক সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। এদেরকে অ্যালকেন (Alkane) বলা হয়। যেমন, সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন– ইথেন (CH_3-CH_3), প্রোপেন (CH_3-CH_2-CH_3), বিউটেন (CH_3-CH_2-CH_2-CH_3) ইত্যাদি।

অপরদিকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণু দ্বিবন্ধন অথবা ত্রিবন্ধনে আবদ্ধ থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়।

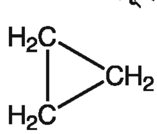
অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা– অ্যালকিন (Alkene) ও অ্যালকাইন (Alkyne)। দ্বিবন্ধন বিশিষ্ট অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন এবং ত্রিবন্ধন বিশিষ্ট অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকাইন বলে।

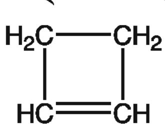
অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন– ইথিন (CH_2=CH_2), প্রোপিন (CH_3-CH=CH_2), ইথাইন ($CH \equiv CH$), প্রোপাইন (CH_3-$C \equiv CH$)।

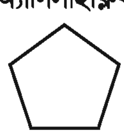
শিক্ষার্থীর কাজ : এই বইয়ের বিভিন্ন অধ্যায়ের যৌগ নিয়ে অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইনের তালিকা তৈরি কর।

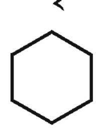
বন্ধ শিকল অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনকে অ্যালিসাইকিক যৌগ বলে। বন্ধ শিকল বিশিষ্ট অ্যালিসাইকিক হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে এক বা একাধিক একক বন্ধন ও দ্বিবন্ধন থাকতে পারে। এদেরকে প্রধানত দুই ভাগে ভাগ করা হয়। যথা– সম্পৃক্ত অ্যালিসাইক্লিক ও অসম্পৃক্ত অ্যালিসাইকিক্ল হাইড্রোকার্বন।

কাজ: নিচের যৌগসমূহকে সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত অ্যালিসাইক্লিক যৌগে পৃথক কর।

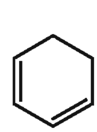












২. সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (অ্যালকেন; Alkane):

সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে কার্বন পরমাণুসমূহ একক বন্ধনে আবদ্ধ থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা

হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের ক্ষুদ্রতম সদস্য মিথেন (CH_4)। পেট্রোলিয়াম বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। পেট্রোলিয়াম থেকে আংশিক পাতন পদ্ধতিতে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে পৃথক করা হয়। এ পদ্ধতি শিল্পক্ষেত্রে লাভজনক নয়।

প্রস্তুতি : পেট্রোলিয়াম থেকে পৃথক করা ছাড়াও শিল্পক্ষেত্রে কার্বন মনোঅক্সাইড ও শিল্প ক্ষেত্রে কার্বন-ডাই-অক্সাইড থেকে সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (মিথেন) প্রস্তুত করা হয়। কার্বন মনোঅক্সাইড (CO) ও H_2 অথবা কার্বন-ডাই-অক্সাইড (CO_2) ও H_2 এর মিশ্রণকে 250 °C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত নিকেল (Ni) প্রভাবকের উপর দিয়ে প্রবাহিত করলে প্রচুর পরিমাণে মিথেন উৎপন্ন হয়।

$$CO_{(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[Ni]{250\ ^{o}C} CH_{4(g)} + H_2O_{(g)}$$

$$CO_{2(g)} + 4H_{2(g)} \xrightarrow[Ni]{250\ ^{o}C} CH_{4(g)} + 2H_2O_{(g)}$$

এছাড়া পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতনে প্রাপ্ত উচ্চতর অ্যালকেনের প্রভাবকীয় ভাঙনের (pyrolysis) মাধ্যমে ক্ষুদ্র অ্যালকেন প্রস্তুত করা হয়। আমাদের দেশে প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়ার পূর্বে পেট্রোলিয়ামের অংশ কেরোসিনকে উচ্চ তাপমাত্রায় পাইরোলাইসিস করে ল্যাবরেটরিতে ব্যবহার করা হতো। এছাড়া পরীক্ষাগারে ফ্যাটি এসিডের লবণ থেকে অ্যালকেন প্রস্তুত করা যায়

ভৌত ধর্ম : সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের গলনাংক, স্ফুটনাংক ও ভৌত অবস্থা যৌগে কার্বন সংখ্যার উপর নির্ভরশীল। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন সংখ্যার পরিবর্তনের কারণে এর ভৌত অবস্থা পরিবর্তিত হয়। এক থেকে চার কার্বন সংখ্যা বিশিষ্ট সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। এদের স্ফুটনাংক কক্ষ তাপমাত্রার নিচে। পাঁচ থেকে পনের কার্বন সংখ্যা বিশিষ্ট সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন তরল অবস্থায় থাকে। এদের স্ফুটনাংক স্বাভাবিক কক্ষ তাপমাত্রার উপরে। পাঁচ কার্বন বিশিষ্ট সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন পেন্টেনের স্ফুটনাংক 36°C। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনে কার্বন সংখ্যা 16 বা তার বেশি হলে যৌগসমূহ সাধারণত কঠিন প্রকৃতির হয়।

অ্যালকেন	সংকেত	গলনাংক	স্ফুটনাংক	ভৌত অবস্থা
মিথেন	CH_4	−183°C	−164°C	গ্যাসীয়
ইথেন	CH_3-CH_3	−183°C	−89°C	গ্যাসীয়
প্রোপেন	CH_3-CH_2-CH_3	−190°C	−42°C	গ্যাসীয়
বিউটেন	CH_3-CH_2-CH_2-CH_3	−138°C	- 1°C	গ্যাসীয়
পেন্টেন	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	−130°C	36°C	তরল
হেক্সেন	CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3	−95°C	69°C	তরল
হেক্সাডেকেন	$C_{16}H_{34}$	18°C	135°C	কঠিন
আইকোসেন	$C_{20}H_{42}$	37°C	343°C	কঠিন

ছক ১১.২: বিভিন্ন অ্যালকেনের গলনাংক, স্ফুটনাংক ও ভৌত অবস্থা

শিক্ষার্থীর কাজ: C_7H_{16}, C_8H_{18}, C_9H_{20} যৌগগুলোর কারণসহ সম্ভাব্য গলনাংক ও স্ফুটনাংক লিখ।

রাসায়নিক ধর্ম :

অ্যালকেনসমূহ কার্বন–কার্বন ও কার্বন–হাইড্রোজেন শক্তিশালী একক সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত। তাই এই যৌগসমূহ সাধারণত রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এজন্য এদেরকে প্যারাফিন বলা হয়। প্যারাফিন অর্থ আসক্তিহীন। এরা এসিড, ক্ষার, ধাতু ও জারকের সাথে বিক্রিয়া করে না। এমনকি অকটেন (C_8H_{18}) গাঢ় সালফিউরিক এসিড, সোডিয়াম ধাতু ও পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। তবে অ্যালকেনসমূহ দহন, হ্যালোজেন প্রতিস্থাপন ও তাপীয় বিযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

দহন : অ্যালকেনসমূহ কার্বন ও হাইড্রোজেনের সমন্বয় গঠিত। কার্বন ও হাইড্রোজেনের উভয়ই দাহ্য পদার্থ। তবে কার্বনের তুলনায় হাইড্রোজেন অধিকতর দাহ্য। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন অতিরিক্ত অক্সিজেন বা বায়ুর সাথে বিক্রিয়া করে $CO_2(g)$ ও $H_2O(g)$ উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় পর্যাপ্ত পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয়, তাই অ্যালকেনসমূহকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

$$CH_{4(g)} + 2O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 2H_2O_{(g)} + \text{তাপশক্তি}$$

$$C_2H_{6(g)} + O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 3H_2O_{(g)} + \text{তাপশক্তি}$$

বিক্রিয়ায় অক্সিজেনের সরবরাহ পর্যাপ্ত না হলে অ্যালকেনের অপূর্ণ দহন হয়। অপূর্ণ দহনে $CO_{2(g)}$ এর পরিবর্তে অতি বিষাক্ত কার্বন মনোক্সাইড গ্যাস $CO(g)$ ও কার্বন $C(s)$ উৎপন্ন হয়।

$$2CH_{4(g)} + 3O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{(g)} + 4H_2O_{(g)} + \text{তাপশক্তি}$$

$$CH_{4(g)} + O_{2(g)} \rightarrow C_{(s)} + 2H_2O_{(g)} + \text{তাপশক্তি}$$

বাড়ির কাজ : অ্যালকেনের অপূর্ণ দহন স্বাস্থ্য, পরিবেশ ও জাতীয় অর্থনীতির ক্ষতিসাধন করে– মতামত দাও)

হ্যালোজেন প্রতিস্থাপন: হ্যালোজেন প্রতিস্থাপন অ্যালকেনের একটি বৈশিষ্টপূর্ণ বিক্রিয়া। মিথেন মৃদু সূর্যালোকের (UV) উপস্থিতিতে ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া করে মিথাইলক্লোরাইড (CH_3Cl) ডাইক্লোরোমিথেন (CH_2Cl_2) ট্রাইক্লোরোমিথেন ($CHCl_3$) ও টেট্রাক্লোরোমিথেন (CCl_4) এর মিশ্রণ উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার প্রতি ধাপে মিথেনের একটি করে হাইড্রোজেন পরমাণু ক্লোরিন পরমাণু দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয় এবং হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এটি একটি শিকল বিক্রিয়া এবং একে সহজে নিয়ন্ত্রণ করা যায় না।

$$CH_{4(g)} + Cl_2 \rightarrow CH_3Cl_{(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CH_3Cl_{(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow CH_2Cl_{2(g)} + HCl_{(g)}$$

$$CH_2Cl_{2(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow CHCl_{3(g)} + HCl_{(g)})$$

$$CHCl_{3(g)} + Cl_{2(g)} \rightarrow CCl_{4(g)}) + HCl_{(g)}$$

অ্যালকেনের ক্লোরিন প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পের জন্য তাৎপর্যপূর্ণ। এই বিক্রিয়ার উৎপাদন মিথাইল ক্লোরাইড (CH_3Cl) শিল্পক্ষেত্রে বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্য (অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড, জৈবএসিড প্রভৃতি) প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। ডাইক্লোরোমিথেনকে (CH_2Cl_2) ইমালশন রং শিল্পে দ্রাবক হিসেবে, ট্রাইক্লোরোমিথেন ($CHCl_3$)

বা ক্লোরফরমকে চেতনানাশক হিসেবে এবং টেট্রাক্লোরোমিথেনকে (CCl_4) ড্রাইওয়াশ করতে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করা হতো। ক্লোরিনযুক্ত হাইড্রোকার্বন বিষাক্ত এবং বিষাক্ততার পরিমাণ নির্ভর করে যৌগে ক্লোরিন সংখ্যার উপর। টেট্রাক্লোরোমিথেন গ্রিজ ও ময়লাকে সহজে দ্রবীভূত করতে পারে।

ভাঙন বা বিযোজন (Cracking):

বড় হাইড্রোকার্বন অণুকে ভেঙে অধিক ব্যবহার উপযোগী তুলনামূলক ক্ষুদ্র অণুতে পরিণত করাকে ভাঙন বলে। ভাঙন দুইভাবে সম্পন্ন করা হয়। প্রভাবকবিহীন উচ্চ তাপ ও চাপে, একে তাপীয় ভাঙন বলে। প্রভাবকসহ নিম্ন তাপ ও চাপে সম্পন্ন ভাঙনকে প্রভাবকীয় ভাঙন বলে। ভাঙন প্রক্রিয়ায় কোনো একক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয় না। বিক্রিয়ায় কিছু দ্বিব ন্ধনযুক্ত হাইড্রোকার্বনসহ, হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ার একটি সম্ভাব্য বিক্রিয়া

$$C_{15}H_{32} \longrightarrow \underset{\text{ইথিন}}{2C_2H_4} + \underset{\text{প্রোপিন}}{C_3H_6} + \underset{\text{অকটেন}}{C_8H_{18}}$$

সাধারণভাবে ভাঙন বিক্রিয়াকে নিম্নরূপে উপস্থাপন করা যায়

দীর্ঘ শিকল বিশিষ্ট অ্যালকেন ⟶ ক্ষুদ্র শিকল বিশিষ্ট অ্যালকেনের মিশ্রণ + ক্ষুদ্র শিকল বিশিষ্ট অ্যালকিনের মিশ্রণ

তাপীয় ভাঙন বা বিযোজন: দীর্ঘ শিকল বিশিষ্ট অ্যালকেনকে উচ্চ চাপ (7 বায়ুচাপ) ও তাপমাত্রায় (প্রায় 50 ^oC) উত্তপ্ত করলে কার্বন শিকলের বন্ধন ভেঙে ক্ষুদ্র শিকল বিশিষ্ট অ্যালকেন ও অ্যালকিনের মিশ্রণ পাওয়া যায়।

প্রভাবকীয় ভাঙন: ভাঙন বিক্রিয়ার গতি বৃদ্ধি করার জন্য প্রভাবক ব্যবহার করা হলে একে প্রভাবকীয় বিযোজন বলে। প্রভাবক হিসেবে সাধারণত জিওলাইটস (Zli) , অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড (Al_2O_3) বা সিলিকন ডাই অক্সাইড (SiO_2) ব্যবহার করা হয়। জিওলাইটস হলো ঋণাত্মক আধান বিশিষ্ট অ্যালুমিনোসিলিকেট (জটিল যৌগ)। ইহা অ্যালুমিনিয়াম, সিলিকন ও অক্সিজেন পরমাণু বিশিষ্ট বৃহৎ ল্যাটিস। প্রভাবকের উপস্থিতিতে অপেক্ষাকৃত কম তাপমাত্রায় (500^oC) ও চাপে উচ্চতর অ্যালকেনকে ভেঙে ক্ষুদ্রতর অ্যালকেন (C_5 C_{10}) তৈরি করা যায়। এই বিক্রিয়ায় শাখাযুক্ত অ্যালকেন এবং অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন (বেনজিন) উৎপন্ন হয়। প্রভাবকের উপস্থিতিতে এই বিক্রিয়ায় অ্যালকিন হিসেবে প্রধানত ইথিন গ্যাস পাওয়া যায়। বৃহৎ শিকল যুক্ত অ্যালকেনের তুলনায় ক্ষুদ্র শিকল যুক্ত অ্যালকেন উত্তম জ্বালানি। তাই ভাঙন বা বিযোজন, পেট্রোলিয়াম শিল্পে একটি তাৎপর্যপূর্ণ বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে ডিজেল জ্বালানিকে পেট্রোল জ্বালানিতে পরিণত করা ছাড়াও অ্যালকিন ও হাইড্রোজেন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে অ্যালকিন থেকে অ্যালকোহলসহ বিভিন্ন জৈব যৌগ ও প্লাস্টিক তৈরি করা হয়।

$$C_{18}H_{38} \rightarrow C_6H_{14} + 6C_2H_4$$

$$C_{18}H_{38} \rightarrow C_8H_{16} + C_{10}H_{20} + H_2$$

অ্যালকেনের অন্যান্য ব্যবহার: অ্যালকেনকে বিভিন্ন ইঞ্জিনের জ্বালানি, বিদ্যুৎ উৎপাদনে, পিচ্ছিলকারক তেল হিসেবে এবং রাসায়নিক শিল্পে অন্যান্য রাসায়নিক দ্রব্য প্রস্তুতিতে ব্যবহার করা হয়। এছাড়াও বৃহৎ শিকল বিশিষ্ট অ্যালকেনকে মোম (W) তৈরির জন্য ও রাস্তা পাকা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। অ্যালকেন থেকে প্রস্তুত তরল মোম এবং কঠিন মোম নির্দিষ্ট অনুপাতে মিশ্রিত করলে পেস্ট এর ন্যায় পদার্থ পাওয়া যায়, যা বিভিন্ন রকম মালিশ যেমন: ভিকস্ (iM) তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

৩. অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (অ্যালকিন ও অ্যালকাইন):

অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে অন্তত একটি দ্বি–বন্ধন অথবা ত্রি–বন্ধন থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। দ্বি–বন্ধন যুক্ত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকিন এবং ত্রি–বন্ধন যুক্ত অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে অ্যালকাইন বলে।

ক. অ্যালকিন (Alkene): অ্যালকিনের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে দ্বি–বন্ধন থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। অ্যালকিন শ্রেণির ক্ষুদ্রতম ও সরল সদস্য ইথিন বা ইথিলিন (CH=CH)।

অ্যালকিন প্রস্তুতি: অ্যালকিন শ্রেণির সামান্য যৌগ প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে ব্যবহৃত অধিকাংশ অ্যালকিন পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত উচ্চতর অ্যালকেনের প্রভাবকীয় বিয়োজনের মাধ্যমে প্রস্তুত করা হয়। পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতনে প্রাপ্ত কেরোসিনের উপাদান ডোডেকেন ($C_{12}H_{26}$) কে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড ও ক্রোমিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে 500^oC তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে ক্ষুদ্র শিকল যুক্ত অ্যালকেন ও ইথিন উৎপন্ন হয়।

$$C_{12}H_{26} \xrightarrow{500\ ^oC} C_{10}H_{22} + H_2C{=}CH_2$$

$$C_{12}H_{26} \xrightarrow{500\ ^oC} C_8H_{16} + C_4H_8 + H_2$$

ইথানলকে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে বা সালফিউরিক এসিড দ্বারা নিরুদিত করলে পানি অপসারিত হয়ে ইথিলিন বা ইথিন উৎপন্ন করে।

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{H_2SO_4} H_2C{=}CH_2$$

$$CH_3CH_2OH \xrightarrow[-H_2O]{Al_2O_3,\ \Delta} H_2C{=}CH_2$$

অ্যালকিনের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম: অ্যালকেনের ন্যায় অ্যালকিনসমূহ দাহ্য এবং গ্যাসীয়, তরল ও কঠিন অবস্থায় থাকে। অ্যালকিনের তাৎপর্যপূর্ণ রাসায়নিক বৈশিষ্ট্যের কারণে এদেরকে পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে ব্যবহার করা হয়। অ্যালকিন অণুতে কার্বন–কার্বন দ্বি–বন্ধন থাকায় এরা রাসায়নিকভাবে অত্যন্ত সক্রিয়। কারণ দ্বি–বন্ধনের প্রথম বন্ধনটি শক্তিশালী হলেও দ্বিতীয় বন্ধনটি তুলনামূলক দুর্বল। দহন, সংযোজন এবং পলিমারকরণ অ্যালকিনের বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া।

দহন: অ্যালকিন অতিরিক্ত অক্সিজেন বা বায়ুর সাথে বিক্রিয়া করে $CO_{2(g)}$ ও $H_2O_{(g)}$ উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় পর্যাপ্ত পরিমাণ তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। অ্যালকিন কম দাহ্য, কারণ অ্যালকিনে কার্বনের শতকরা পরিমাণ অ্যালকেনের তুলনায় কম।

$$C_2H_4(g) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g) + \text{তাপশক্তি}$$

অ্যালকিনের সংযোজন: অ্যালকিন অণুতে দ্বি–বন্ধন থাকায় ইহা সহজে সংযোজন বা যুত বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। এই বিক্রিয়ায় অ্যালকিনের কার্বন–কার্বন দ্বি–বন্ধন ভেঙে একক বন্ধনে পরিণত হয়।

১. হাইড্রোজেন সংযোজন: ধাতব প্রভাবকের (Ni) উপস্থিতিতে $180\text{-}200^oC$ তাপমাত্রায় অ্যালকিন হাইড্রোজেনের

সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকেন উৎপন্ন করে। একে প্রভাবকীয় হাইড্রোজেনেশন (Catalytic hydrogenetion) বলে।

$$H_2C{=}CH_{2(g)} + H_{2(g)} \xrightarrow[Ni]{180\text{-}200\,^oC} H_3C{-}CH_{3(g)}$$

তরল উদ্ভিজ্জ্য তেলকে (যাতে একাধিকবন্ধন থাকে) এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে আংশিক সম্পৃক্ত করে মার্জারিনে (Margarine) পরিণত করা হয়। মার্জারিন মাখন তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

২. ব্রোমিন সংযোজন: অ্যালকিন কমলালাল বর্ণের ব্রোমিন গ্যাস বা ব্রোমিন পানির সাথে বিক্রিয়ায় 1,2 ডাইব্রোমোঅ্যালকেন উৎপন্ন করে। বিক্রিয়ার ফলে ব্রোমিনের বর্ণ বিনষ্ট হয়। এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে শনাক্ত করা হয়।

$$H_2C{=}CH_{2(g)} + Br_{2(g)} \longrightarrow CH_2Br\text{-}CH_2Br_{(l)}$$

৩. অ্যালকিনের জারণ: অ্যালকিন যেমন, ইথিনকে লঘু জলীয় পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারিত করলে ইথিলিন গ্লাইকল উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় লঘু জলীয় পটাসিয়াম পার ম্যাঙ্গানেটের গোলাপী বা বেগুনি বর্ণ বিনষ্ট হয়। এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে শনাক্ত করা যায়।

$$H_2C{=}CH_{2(g)} + KMnO_{4\,(aq)} \xrightarrow{H_2O} CH_2(OH)\text{-}CH_2(OH)_{(l)}$$

৪. পানি সংযোজন: উচ্চ তাপ (300 ^oC), উচ্চ চাপ (60 বায়ুচাপ) ও ফসফরিক এসিড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অ্যালকিন পানি বাষ্পের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।

$$H_2C{=}CH_{2(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow[H_3PO_4]{300\,^oC,\ 60\ atm} H_3C{-}CH_2OH_{(l)}$$

কোনো কোনো দেশে যেমন, ব্রাজিলে অ্যালকোহলকে পরিবেশবান্ধব জ্বালানি হিসেবে এবং সকল দেশে পেট্রোলিয়াম শিল্পে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করা হয়, তাই এই বিক্রিয়া অত্যন্ত তাৎপর্যপূর্ণ। শিল্পক্ষেত্রে এ বিক্রিয়া লাভজনক নয় বলে শিল্পে এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয় না।

পলিমারকরণ:

উচ্চ তাপ (200 ^oC) ও উচ্চ চাপে (1000 বায়ুচাপ) অসংখ্য অ্যালকিন অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ আকৃতির অণু গঠন করে। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বৃহৎ অণুকে পলিমার এবং বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। যে অসংখ্য বিক্রিয়ক অণু যুক্ত হয় তাদের প্রত্যেকটি অণুকে মনোমার বলে। সকল প্লাস্টিক দ্রব্য ও কৃত্রিম তন্তু এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে তৈরি করা হয়। ইথিলিন অণু থেকে প্রাপ্ত পলিমারকে পলিথিন বলে।

$$n\,H_2C{=}CH_{2(g)} \xrightarrow{200\,^oC,\ 1000\ atm} \left[\ \text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}\ \right]_{n(s)}$$

খ. অ্যালকাইন (Alkyne): অ্যালকাইনের কার্বন শিকলে অন্তত দুটি কার্বন পরমাণুর মধ্যে ত্রিবন্ধন থাকে এবং কার্বনের অবশিষ্ট যোজ্যতা হাইড্রোজেন দ্বারা পূর্ণ হয়। অ্যালকাইন শ্রেণির ক্ষুদ্রতম ও সরল সদস্য ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন ($CH{\equiv}CH$)।

অ্যালকাইন প্রস্তুতি: প্রাকৃতিক গ্যাস বা মিথেনকে 1500 ^oC তাপমাত্রায় বায়ুর উপস্থিতিতে দহন করলে ইথাইন উৎপন্ন হয়। মিথেনের আংশিক দহন থেকে এই বিক্রিয়ার প্রয়োজনীয় তাপ পাওয়া যায়। বিক্রিয়ার সময় মিথেন অণুতে বন্ধন

ভাঙা–গড়ার মাধ্যমে ইথাইন উৎপন্ন হয়।

$$2CH_{4(g)} + 3/2O_{2(g)} \rightarrow HC{\equiv}CH_{(g)} + 3H_2O_{(g)}$$ + তাপ (আংশিক দহন)

$$2CH_{4(g)} \rightarrow HC{\equiv}CH_{(g)} + 3H_{2(g)}$$

শিল্পক্ষেত্রে ক্যালসিয়াম কার্বাইড থেকে ইথাইন গ্যাস প্রস্তুত করা হয়। ক্যালসিয়াম কার্বাইডে ফোঁটায় ফোঁটায় পানি যোগ করলে ইথাইন বা অ্যাসিটিলিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$CaC_{2(s)} + H_2O_{(l)} \longrightarrow HC{\equiv}CH_{(g)}$$

অ্যালকাইনের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম : অ্যালকেন ও অ্যালকিনের ন্যায় অ্যালকাইনসমূহ গ্যাসীয়, তরল ও কঠিন অবস্থায় থাকে। দুই থেকে চার কার্বন বিশিষ্ট অ্যালকাইন গ্যাসীয়, পাঁচ থেকে এগার কার্বন বিশিষ্ট অ্যালকাইন তরল এবং উচ্চতর অ্যালকাইন কঠিন অবস্থায় থাকে। অ্যালকাইন শ্রেণির যৌগও রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রতি অত্যন্ত সক্রিয়, তবে অ্যালকিনের তুলনায় সক্রিয়তা কিছুটা কম। অ্যালকাইন হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে। অ্যালকিন হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় এক অণু (হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের) যুক্ত হয়ে কার্বন–কার্বন একক বন্ধন বিশিষ্ট যৌগ উৎপন্ন করে। অপরদিকে অ্যালকাইন হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের সাথে সংযোজন বিক্রিয়ায় প্রথমে এক অণু যুক্ত হয়ে কার্বন–কার্বন–বন্ধন বিশিষ্ট যৌগ এবং পরবর্তীতে অন্য এক অণু (হাইড্রোজেন, ব্রোমিনের) যুক্ত হয়ে একক বন্ধন বিশিষ্ট যৌগ উৎপন্ন করে।

কাজ : নিচের বিক্রিয়াগুলোর প্রশ্নবোধক স্থান পূর্ণ কর।

$$HC{\equiv}CH \xrightarrow{H_2} ? \xrightarrow{H_2} ?$$

$$HC{\equiv}CH \xrightarrow{Br_2} ? \xrightarrow{Br_2} ?$$

অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা (ব্রোমিন পানি পরীক্ষা):

ব্রোমিনকে জৈব দ্রাবকে বা পানিতে দ্রবীভূত করে লাল/বাদামি বর্ণের দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের মধ্যে পৃথকভাবে কয়েকফোঁটা ব্রোমিন দ্রবণ যোগ করে ঝাঁকাতে হয়। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন লাল/বাদামি বর্ণের ব্রোমিন দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না এবং দ্রবণের লাল/বাদামি বর্ণের কোনো পরিবর্তন হয় না। অপরদিকে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন (অ্যালকিন বা অ্যালকাইন) লাল/বাদামি বর্ণের ব্রোমিন দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে কার্বন–কার্বন দ্বি–বন্ধনে অথবা ত্রি–বন্ধনে ব্রোমিন অণু যুক্ত হয়। ফলে ব্রোমিন দ্রবণের লাল/বাদামি বর্ণ বিনষ্ট হয়। বিক্রিয়ায় ব্রোমিন দ্রবণের বর্ণ পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ করে সম্পৃক্ত ও অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনের মধ্যে পার্থক্য করা হয়।

$C_2H_{6(g)} + Br_2$(দ্রবণ) $\rightarrow$ বিক্রিয়া হয় না (দ্রবণের বর্ণ পরিবর্তন হয় না)

$C_2H_{4(g)} + Br_2$(দ্রবণ) $\rightarrow BrCH_2\text{-}CH_2Br_{(l)}$ (দ্রবণের বর্ণ পরিবর্তন হয়)

$C_2H_{2(g)} + Br_2$(দ্রবণ) $\rightarrow Br_2CH\text{-}CHBr_{2(l)}$ (দ্রবণের বর্ণ পরিবর্তন হয়)

একইভাবে পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের দ্রবণ ব্যবহার করে অসম্পৃক্ততার পরীক্ষা করা যায়।

১১.৫ পলিমার: প্রকৃতিতে আমরা দৈনন্দিন কাজে যে সকল দ্রব্যাদি ব্যবহার করি তার বেশির ভাগই পলিমার। দুই ধরনের পলিমার আছে। প্রাকৃতিক পলিমার ও কৃত্রিম পলিমার। প্রাকৃতিক পলিমারের মধ্যে তুলা, রাবার, ভাত, প্রোটিন এবং কৃত্রিম পলিমারের মধ্যে প্লাস্টিক দ্রব্য, তোমার হাতের কলম, পলিএস্টার কাপড় ইত্যাদি।

ক. পলিমারকরণ বিক্রিয়া

একই পদার্থের অসংখ্য অণু বা একাধিক পদার্থের অসংখ্য অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে বৃহৎ অণু গঠন করার প্রক্রিয়াকে পলিমারকরণ বলে। এই বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বৃহৎ অণুকে পলিমার এবং বিক্রিয়ক অসংখ্য ক্ষুদ্র অণুর প্রত্যেকটিকে মনোমার বলে।

-AAAAAAA   -ABABABAB

পলিমার যেখানে মনোমার = A   পলিমার যেখানে মনোমার = AB

একই বিক্রিয়কের অসংখ্য অণু যুক্ত হয়ে পলিমার গঠন করার প্রক্রিয়াকে যুত পলিমারকরণ (Addition Polymerisation) বলে। যুত পলিমারকরণে সাধারণত দ্বিব ন্ধন বিশিষ্ট অ্যালকিন অণু মনোমার হিসেবে বিক্রিয়া করে। যুত পলিমারকরণে অসংখ্য মনোমার অণু যুক্ত হওয়ার সময় কোনো প্রকার ক্ষুদ্র অণু অপসারিত হয় না।

$$n\,H_2C{=}\underset{\substack{|\\X}}{CH} \xrightarrow{\text{পলিমারকরণ}} \left[CH2 - \underset{\substack{|\\X}}{CH}\right]_{n},\quad X = \text{বিভিন্ন একযোজী মূলক।}$$

খ. পলিমারের শ্রেণিবিভাগ: উৎসের উপর ভিত্তি করে পলিমার দুই প্রকার:

১. প্রাকৃতিক পলিমার

প্রাকৃতিকভাবে অনেক পলিমার উৎপন্ন হয়। যেমন, উদ্ভিদের সেলুলোজ ও স্টার্চ দুটোই পলিমার যা বহুসংখ্যক গ্লুকোজ অণু যুক্ত হয়ে গঠিত হয়েছে। গ্লুকোজকে g বা glc দ্বারা প্রকাশ করা হলে স্টার্চ ও সেলুলোজের গঠন, g-g-g-g-g-g-। দেখতে উভয়ের গঠন এক রকম হলেও তাদের বন্ধন গঠনের কৌশল ভিন্ন। এভাবে পর্যায়ক্রমে একাধিক গ্লুকোজ অণু যুক্ত হয়ে দীর্ঘ শিকল উৎপন্ন করে। প্রাণিদেহে সঞ্চিত শর্করা, গ্লাইকোজেনও গ্লুকোজের পলিমার।

তোমার দেহের কোষ এবং কলা গঠন করে প্রোটিন। প্রোটিন অ্যামাইনো এসিডের পলিমার। ইনসুলিন নামক পলিমারে 22 টি অ্যামাইনো এসিড থাকে। রাবার নামক গাছের কষ একটি প্রাকৃতিক পলিমার। আমাদের দেশে পার্বত্য চট্টগ্রাম, কক্সবাজার, হবিগঞ্জ, সিলেট ও টাঙ্গাইল জেলায় রাবার চাষ হচ্ছে। প্রাকৃতিক রাবারের চেয়ে বহুগুণ বেশি প্লাস্টিক শিল্প কারখানায় সংশ্লেষণ করা হচ্ছে।

২. কৃত্রিম পলিমার বা প্লাস্টিক

শক্ত, হালকা, সস্তা এবং যে কোনো পছন্দসই রঙের পাওয়া যায়। প্লাস্টিককে গলানো যায় এবং ছাচে ঢেলে যে কোন আকার দেওয়া যায়। প্লাস্টিক শব্দটি এসেছে গ্রিক শব্দ Plastikos থেকে Plastikos অর্থ হলো গলানো সম্ভব। অনেকেই পরিত্যক্ত বলপেনের প্লাস্টিক অংশকে গলিয়ে পেপার ওয়েট তৈরি করেন। এটি করা বিপদজনক কারণ, প্লাস্টিক দ্রব্যকে পোড়ালে বা উত্তাপে গলানো হলে অনেক বিষাক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়। খাবার রাখার পাত্র, মোড়ক, বলপেন, চেয়ার, টেবিল, গাড়ির যন্ত্রাংশ পানির ট্যাংক, গামলা, বালতি, মগ ইত্যাদি নানাবিধ সামগ্রী প্রস্তুত করার জন্য প্লাস্টিক দ্রব্য ব্যবহার করা হয়।

সকল প্লাস্টিক দ্রব্য পলিমার। রসায়নবিদগন পলিমার যৌগের কিছু বিশেষ বৈশিষ্ট্য বর্ণনা করার জন্য প্লাস্টিক শব্দটি ব্যবহার করেন। অসংখ্য ছোট ছোট অণু একত্রে যুক্ত হয়ে পলিমার গঠিত হয়। এই ছোট অণুকে মনোমার বলা হয়।

রাসায়নিক পদার্থ বিশেষত দ্বিবন্ধন বিশিষ্ট অ্যালকিন, অ্যালডিহাইড, অ্যালকোহল, অ্যামিন, জৈব এসিডের পলিমারকরণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্লাস্টিক প্রস্তুত করা হয়। প্লাস্টিক ও তন্তু তৈরির জন্য এ সকল উপাদান পেট্রোলিয়াম থেকে পৃথক করা হয় অথবা পেট্রোলিয়াম উপাদান থেকে প্রস্তুত করা হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ: মনোমারের সংকেত থেকে যুত পলিমারের সংকেত লিখ।

$CH_2=CH-CH_3$,	$CH_2=CHCl$,	$CF_2=CF_2$
প্রোপিন	ভিনাইলক্লোরাইড	টেট্রাফ্লোরোইথিন

পলিমার প্রস্তুতির প্রথম দিকে 200 °C তাপমাত্রায়, 1200 বায়ুচাপে সামান্য অক্সিজেনের উপস্থিতিতে ইথিলিনের পলিমার পলিথিন প্রস্তুত করা হয়। এই পলিথিনে অধিক পরিমাণে শাখাযুক্ত দীর্ঘ কার্বন শিকল থাকে, এতে পলিমারের ঘনত্ব ও গলনাংক কম এবং কোমল প্রকৃতির হয়। এই পলিথিনকে নিম্ন ঘনত্বের পলিথিন (LDPE, Low Density Polythene) বলে। জার্মান রসায়নবিদ কার্ল জিগলার (Karl Ziegler) প্রভাবকের উপস্থিতিতে অনেক কম তাপ ও চাপে (60 °C, এক বায়ুচাপে) ইথিলিনের পলিমার পলিথিন প্রস্তুত করেন। এই পলিথিনে শাখার সংখ্যা কম থাকে, এতে পলিমারের ঘনত্ব, গলনাংক তুলনামূলকভাবে বেশি হয়। সামান্য শাখা যুক্ত থাকায় পলিথিনের দৃঢ়তা বৃদ্ধি পায়। একে উচ্চ ঘনত্বের পলিথিন (HDPE, High Density Polythene) বলে।

একাধিক বিক্রিয়কের অসংখ্য অণু যুক্ত হয়ে পলিমার গঠন করার প্রক্রিয়াকে ঘনীভবন পলিমারকরণ (Condensation Polymerisation) বলে। ঘনীভবন পলিমারকরণে সাধারণত অ্যালডিহাইড, অ্যালকোহল, অ্যামিন ও জৈব এসিডের অণু মনোমার হিসেবে বিক্রিয়া করে। ঘনীভবন পলিমারকরণে অসংখ্য মনোমার অণু যুক্ত হওয়ার সময় পানি (H_2O) কার্বন ডাইঅক্সাইডের (CO_2) ন্যায় ক্ষুদ্র অণু অপসারিত হয়। কোনো বিক্রিয়কে দুই প্রান্তে দুই ধরনের কার্যকরীমূলক থাকলে ঐ বিক্রিয়কের একাধিক অণু যুক্ত হয়ে এ পলিমারকরণ ঘটে। বহুল ব্যবহৃত ঘনীভবন পলিমারের নাম নাইলন। উচ্চ তাপ, উচ্চ চাপে প্রভাবকের উপস্থিতিতে অসংখ্য ডাইকার্বক্সিলিক এসিড এবং ডাইঅ্যামিন অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে নাইলন উৎপন্ন করে।

$$nHOOC-(CH_2)_4-COOH + nH_2N-(CH_2)_6-NH_2 \rightarrow \{OC-(CH_2)_4-CONH-(CH_2)_6-NH-\}_n + 2nH_2O$$

প্রাকৃতিক পলিমারসমূহ (স্টার্চ, সেলুলোজ ও প্রোটিন) ঘনীভবন পলিমারের উদাহরণ। প্রাকৃতিক পলিমার যেমন, সেলুলোজ, উল, সিল্ক দিয়ে সুতা তৈরি করা যায় কিন্তু স্টার্চ ও রাবার দিয়ে সুতা তৈরি করা যায় না। অর্থাৎ প্রাকৃতিক পলিমার দুই ধরনের। কৃত্রিম পলিমার (নাইলন, পলিস্টার) দিয়ে কাপড় তৈরি, রশি এবং দাঁতের ব্রাশ তৈরি করা হয়।

পলিমারের নাম	মনোমারের সংকেত	পলিমারের ধর্ম	ব্যবহার
পলিথিন	$CH_2=CH_2$	সহজে কাটা যায় না, টেকসই	প্লাস্টিক ব্যাগ, প্লাস্টিক শিট
পলিপ্রোপিন	$CH_2=CH-CH_3$	সহজে কাটা যায় না, টেকসই	প্লাস্টিক রশি, প্লাস্টিক বোতল,
পলিভিনাইলক্লোরাইড (PVC)	$CH_2=CHCl$	শক্ত, কঠিন এবং পলিথিনের তুলনায় কম নমনীয়	পানির পাইপ, বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদার্থ,
পলিটেট্রাফ্লোরোইথিন (PTFE) বা টেফলন	$CF_2=CF_2$	ননস্টিক ও তাপসহ	নন স্টিক পাত্র,
নাইলন	$HOOC-(CH_2)_x-COOH$ ও $H_2N(CH_2)_x-NH_2$	চকচকে, টেকসই, নমনীয়	কৃত্রিম কাপড়, রশি, দাঁতের ব্রাশ

ছক ১১.৩: বিভিন্ন পলিমারের ধর্ম ও ব্যবহার

গ. ব্যবহার ও বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে প্লাস্টিকের প্রকারভেদ:

গঠন ও তাপীয় বৈশিষ্ট্যের ভিত্তিতে কৃত্রিম পলিমার (প্লাস্টিক) দুই ধরনের। এর মধ্যে এক ধরনের পলিমার লম্বা সরু জট পাকানো (cross link) শিকল গঠন করে। এ ধরনের পলিমার শিকলের কার্বনসমূহের মধ্যে শক্তিশালী বন্ধন গঠিত হয়। কিন্তু পার্শ্ববর্তী শিকলসমূহের মধ্যে দুর্বল আকর্ষণ বল কাজ করে। এই শিকলগুলো একটি অপরটির ওপর দিয়ে অতিক্রম করতে পারে। ফলে এ জাতীয় পলিমারকে সহজে সম্প্রসারিত, বাঁকানো এবং তাপ প্রয়োগে গলানো যায়। এ ধরনের পলিমারকে থার্মোপ্লাস্টিক বলে। উদাহরণ: পলিথিন, পলিপ্রপিলিন, PVC ইত্যাদি। থার্মোপ্লাস্টিককে বার বার গলানো যায় এবং বিভিন্ন আকৃতির বস্তুতে পরিণত করা যায়। দ্বিতীয় ধরনের পলিমারে কার্বন পরমাণুসমূহ শিকলের মধ্যে সমযোজী এবং একই সাথে পার্শ্ববর্তী শিকলের কার্বনের সাথে দৃঢ়ভাবে হাইড্রোজেন বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। এ ধরনের পলিমার থার্মোসেটিং। থার্মোসেটিং প্লাস্টিক, থার্মোপ্লাস্টিকের চেয়ে শক্ত এবং কম নমনীয়। তাপ প্রয়োগে এগুলো গলার পরিবর্তে কয়লায় পরিণত হয়। এ অবস্থায় কার্বন শিকলের ক্রস লিংক ভেঙে গেলে পলিমার বিয়োজিত হয়। থার্মোসেটিং প্লাস্টিককে একবার মাত্র গলানো এবং আকার দেওয়া যায়। সচরাচর কম্প্রেশন মোল্ডিং এর মাধ্যমে এটা করা হয়। উদাহরণ: ব্যাকেলাইট, ফাইবার গ্লাস, কৃত্রিম রেজিন এবং ইপোক্সি গ্লু।

শিক্ষার্থীর কাজ: তোমার ব্যবহার্য পলিমারসমূহকে থার্মোপ্লাস্টিক ও থার্মোসেটিং প্লাস্টিক হিসেবে শ্রেণিবিভাগ কর।

ঘ. কৃত্রিম পলিমার বা প্লাস্টিক জাতীয় দ্রব্যের সুবিধা ও অসুবিধা:

দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধের পর থেকে সারা বিশ্বে কৃত্রিম পলিমার বা প্লাস্টিক জাতীয় দ্রব্যের ব্যবহার তাৎপর্যপূর্ণভাবে বাড়তে থাকে। মানুষের দৈনন্দিন কাজে ব্যবহৃত কাঠ, কাগজ, গ্লাস ও ধাতুর তৈরি দ্রব্যের জায়গায় প্লাস্টিকের দ্রব্য স্থান করে

নিয়েছে। প্লাস্টিকের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের কারণে কাঠ ও ধাতুর তৈরি দ্রব্যের পরিবর্তে প্লাস্টিকদ্রব্য ব্যবহার বৃদ্ধি পেয়েছে। প্লাস্টিক কম মূল্যে পাওয়া যায়, ক্ষয় হয় না, রাসায়নিক পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে না, সহজে রং করা যায়, বিদ্যুৎ অপরিবাহী, ওজনে হাল্কা, সহজে পরিবহনযোগ্য, দীর্ঘস্থায়ী এবং আবহাওয়া দ্বারা ক্ষতিগ্রস্ত হয় না।

প্লাস্টিক দ্রব্যের অনেক সুবিধা থাকলেও এর কিছু অসুবিধাও রয়েছে। কৃত্রিম পলিমার বা প্লাস্টিক ব্যবহারের প্রধান সমস্যা ইহা বিয়োজিত হয় না এবং পরিবেশকে দূষিত করে। অধিকাংশ প্রাকৃতিক উপাদান মাটির ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত হয় কিন্তু প্লাস্টিক দ্রব্য ব্যাকটেরিয়া দ্বারা বিয়োজিত হয় না। এ জন্য প্লাস্টিককে নন বায়োডিগ্রেডেবল (Non-biodegradable) পদার্থ বলে। অনেক ক্ষেত্রে প্লাস্টিককে পুড়িয়ে শেষ করা হয় যাতে বিষাক্ত ধোঁয়া (হাইড্রোজেন ক্লোরাইড, অ্যালডিহাইড, হাইড্রোজেন সায়ানাইড) উৎপন্ন হয়। এ সকল গ্যাস মানুষের শরীরে ক্যান্সারসহ বিভিন্ন রোগের সৃষ্টি করে। বর্তমানে বিজ্ঞানীগণ কৃত্রিম পলিমার তৈরি করেছেন যা প্রথমে সূর্যের আলোতে বিয়োজিত (Photodegradable) হয় এবং পরবর্তীতে প্রাকৃতিকভাবে ব্যাকটেরিয়া জীবাণু দ্বারা বিয়োজিত (Biodegradable) হয়। এদেরকে বায়োপলিমার বলে। বেশিরভাগ বায়োপলিমার ভুট্টা ও ইক্ষু থেকে প্রস্তুত করে। এই পলিমার জীবাণু দ্বারা বিয়োজিত হতে 20 থেকে 30 বছর প্রয়োজন। পলিইথানল $\{-CH_2-CH(OH)-\}_n$ এক প্রকার পলিমার যাহা হাসপাতালে ব্যবহৃত হয় এবং পানিতে দ্রবীভূত হয়। পলিইথানলের পানিতে দ্রবনীয়তা n এর মানের উপর নির্ভর করে।

প্লাস্টিক পলিমারসমূহকে যে মনোমার দ্বারা প্রস্তুত করা হয় তাহা জীবাশ্ম জ্বালানি থেকে সংগ্রহ করে। এতে সীমিত জীবাশ্ম জ্বালানির মজুদ হ্রাস পায়, অপরদিকে বর্তমানে বিশ্বের 4% জীবাশ্ম জ্বালানি দিয়ে উৎপাদিত বিদ্যুৎ, প্লাস্টিক পলিমার প্রস্তুত করতে ব্যবহার করা হয়। অপ্রয়োজনীয় প্লাস্টিক ব্যবহার না করে এবং ব্যবহৃত প্লাস্টিক পুনর্ব্যবহার (Recycling) করে জীবাশ্ম জ্বালানির উপর চাপ কমানো যায়। পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষার্থে কৃত্রিম আঁশের উপর নির্ভরশীলতা কমানো প্রয়োজন। তুলা, উল ও পাটের আঁশ ছাড়াও প্রাকৃতিক আঁশের ব্যবহার বাড়ানো যেতে পারে। বাংলাদেশের মাটি উর্বর, এখানে তুলা ও পাট চাষের পাশাপাশি মেসতা চাষ করে কৃত্রিম আঁশের ব্যবহার কমানো যায়। ফিলিপাইন ও ইন্দোনেশিয়ায় আনারসের পাতা এবং কলাগাছের আঁশ থেকে উন্নতমানের সুতা তৈরি করে কাপড় বুনানো হয়।

১১.৬ হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিড প্রস্তুতি

পেট্রোলিয়ামের প্রধান উপাদান হাইড্রোকার্বন (অ্যালকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইন)। হাইড্রোকার্বন থেকে সকল শ্রেণির জৈব যৌগ প্রস্তুত করা হয়। সম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন হ্যালোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল হ্যালাইড উৎপন্ন করে। অ্যালকিন হাইড্রোজেন ব্রোমাইডের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল ব্রোমাইড উৎপন্ন করে। অ্যালকাইল হ্যালাইড সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় অ্যালকোহলে পরিণত হয়। উৎপন্ন অ্যালকোহলকে শক্তিশালী জারক ($K_2Cr_2O_7$ ও H_2SO_4) দ্বারা জারিত করলে প্রথমে অ্যালডিহাইড/কিটোন এবং পরবর্তীতে জৈব এসিডে পরিণত হয়।

$$R-CH_2-CH_3 + Br_2 \rightarrow R-CH_2-CH_2Br + HBr$$
$$R-CH=CH_2 + HBr \rightarrow R-CH_2-CH_2Br$$
$$R-CH_2-CH_2Br + NaOH_{(aq)} \rightarrow R-CH_2CH_2OH + NaBr$$
$$R-CH_2CH_2OH + [O] \rightarrow R-CH_2-CHO$$
$$R-CH_2CHO + [O] \rightarrow R-CH_2-COOH$$

R = অ্যালকাইলমূলক
$= CH_3, C_2H_5-, C_3H_7-$ ইত্যাদি

কাজ : অ্যালকিন $\xrightarrow{?}$ অ্যালকাইলহ্যালাইড $\xrightarrow{?}$ অ্যালকোহল $\xrightarrow{?}$ অ্যালডিহাইড / কিটোন $\xrightarrow{?}$ জৈব এসিড

এই পদ্ধতি ছাড়াও হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিড প্রস্তুত করা যায়। ফসফরিক এসিডের উপস্থিতিতে অ্যালকিন 300 ^oC তাপমাত্রায় এবং 60 বায়ুচাপে জলীয়বাষ্পের (H_2O) সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকোহল উৎপন্ন করে।

$$H_2C{=}CH_{2(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow[H_3PO_4]{300\ ^oC,\ 60\ atm} H_3C{-}CH_2OH_{(l)}$$

2% মারকিউরিক সালফেট ($HgSO_4$) এবং 20% সালফিউরিক এসিডের (H_2SO_4) উপস্থিতিতে অ্যালকাইন (ইথাইন) পানির সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালডিহাইড উৎপন্ন করে। $HgSO_4$ বিষাক্ত হওয়ায় শিল্পক্ষেত্রে এর ব্যবহার নিরুৎসাহিত করা হয়।

$$H_2C{=}CH_{2(g)} + H_2O_{(g)} \xrightarrow{HgSO_4,\ H_2SO_4} H_3C{-}CHO_{(l)}$$

পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত অ্যালকেনকে উচ্চ তাপ ও চাপে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করলে ইথানয়িক এসিড উৎপন্ন হয়।

$$CH_3\text{-}CH_{3(g)} + [O] \rightarrow CH_3\text{-}COOH_{(l)}$$

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_{3(g)} + [O] \rightarrow CH_3\text{-}COOH_{(l)}$$

১১.৭ অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিডের ব্যবহার

অ্যালকোহল: মিথানল বিষাক্ত রাসায়নিক পদার্থ। মিথানল মূলত অন্য রাসায়নিক পদার্থ প্রস্তুত করতে ব্যবহৃত হয়। রাসায়নিক শিল্পে ইথানল থেকে ইথানয়িক এসিড, বিভিন্ন জৈব এসিডের এস্টার প্রস্তুত করা হয়। ইথানলকে প্রধানত পারফিউম, কসমেটিক্স ও ঔষধ শিল্পে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করে। ফার্মাসিউটিক্যাল গ্রেডের ইথানলকে ঔষধ শিল্পে এবং রেকটিফাইড স্পিরিটকে হোমিও ঔষধে ব্যবহার করা হয়। ইথানলের 96% জলীয় দ্রবণকে রেকটিফাইড স্পিরিট বলে। যে সকল উপাদান পানিতে দ্রবণীয় নয় তাদেরকে ইথানলে দ্রবীভূত করে ব্যবহার করা যায়। পারফিউম শিল্পেও ইথানলের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। পারফিউমে ইথানল ব্যবহারের পূর্বে তাকে গন্ধমুক্ত করা হয়। ঔষধ ও খাদ্য শিল্প ব্যতীত অন্য শিল্পে ব্যবহৃত রেকটিফাইড স্পিরিট সামান্য মিথানল যোগে বিষাক্ত করে ব্যবহার করে। একে মেথিলেটেড স্পিরিট বলে। কাঠ এবং ধাতুর তৈরি আসবাবপত্র বার্নিশ করার জন্য মেথিলেটেড স্পিরিট ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে ব্রাজিলে জীবাশ্ম জ্বালানির পরিবর্তে ইথানলকে মটর ইঞ্জিনের জ্বালানিরূপে ব্যবহার করা হচ্ছে। গ্যাসহোল (Gasohol) এক প্রকার জ্বালানি যেখানে পেট্রোলের সাথে 10-20% ইথানল মিশ্রিত থাকে।

$$CH_3CH_2OH_{(l)} + \frac{9}{2}O_{2(g)} \rightarrow 2CO_{2(g)} + 6H_2O_{(g)} + \text{তাপশক্তি}$$

স্টার্চ (চাল, গম, আলু ও ভূট্টা) থেকে গাঁজন (Fermentation) প্রক্রিয়ায় অ্যালকোহল প্রস্তুত করা হয়। এছাড়া চিনি শিল্পের উপজাত উৎপাদ চিটাগুড় থেকে একই প্রক্রিয়ায় অ্যালকোহল (ইথানল) পাওয়া যায়। বাংলাদেশের দর্শনায় কেরু এন্ড কেরু কোম্পানিতে ইথানল প্রস্তুত করে দেশের চাহিদা পূরণ করা হয়। অ্যালকোহলকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার

করলে একদিকে জীবাশ্ম জ্বালানির উপর চাপ কমে অপরদিকে পরিবেশকে দূষণমুক্ত রাখা যায়।

অ্যালডিহাইড: শিল্পকারখানায় অ্যালডিহাইডের ব্যবহার তুলনামূলকভাবে কম। তবে অন্য রাসায়নিক পদার্থ প্রস্তুত করার জন্য অ্যালডিহাইডের প্রচুর ব্যবহার রয়েছে। মিথান্যাল বা ফরমালডিহাইডের সম্পৃক্ত (40%;আয়তন হিসেবে, 37%; ভর হিসেবে) জলীয় দ্রবণকে 100% ফরমালিন বলে যাহা মৃত প্রাণী সংরক্ষণ করার জন্য ব্যবহৃত হয়।

অ্যালডিহাইড থেকে পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় প্লাস্টিক দ্রব্য তৈরি হরা হয়। নিম্ন আণবিক ভর বিশিষ্ট অ্যালডিহাইডের (মিথান্যাল; HCHO) জলীয় দ্রবণকে অতি নিম্ন চাপে উত্তপ্ত করলে ডেরলিন (Derlin) নামক শক্ত পলিমার উৎপন্ন হয়। ডেরলিন পলিমার দিয়ে চেয়ার, ডাইনিং টেবিল, বালতি ইত্যাদি জাতীয় দ্রব্য তৈরি করা হয় যা পূর্বে কাঠ ও ধাতু দিয়ে তৈরি করা হত।

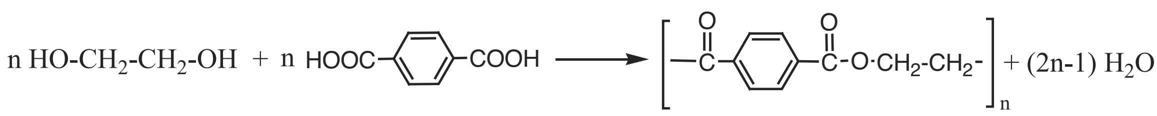
$$n\ H\text{-}\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}\text{-}H_{(l)} \longrightarrow \left[-O-\underset{\underset{\displaystyle H}{|}}{\overset{\overset{\displaystyle H}{|}}{C}}-\right]_{n(s)}$$

এখানে পলিমার অণুতে মনোমারের সংখ্যা পাঁচ থেকে পঞ্চাশ পর্যন্ত হতে পারে।

ফরমালডিহাইড (মিথান্যাল) ও ইউরিয়া থেকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় ইউরিয়াফ রমালডিহাইড রেজিন (মেলামাইন পলিমার) উৎপন্ন হয় যা গৃহের প্লেট, গ্লাস, মগ ইত্যাদি তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়। প্যারালডিহাইড নামক ঘুমের ঔষধ প্রস্তুত করতে অ্যাসিটালডিহাইড ব্যবহার করা হয়।

জৈব এসিড: জৈব এসিডসমূহ অজৈব এসিডের তুলনায় দুর্বল। জৈব এসিড মানুষের খাদ্যাপোযোগী উপাদান। আমরা লেবুর রস (সাইট্রিক এসিড), তেঁতুল (টারটারিক এসিড), দধি (ল্যাকটিক এসিড), এর সাথে জৈব এসিডকে খাবার হিসেবে গ্রহণ করি। জৈব এসিডের ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করার ক্ষমতা থাকায় একে খাদ্য সংরক্ষক (Food Preservative) হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ইথানয়িক এসিডের 6-10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার বলে যাহা সস্ ও আচার সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

জৈব এসিড থেকেও পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় প্লাস্টিক দ্রব্য তৈরি করা হয়। প্যান্ট, শার্টের কাপড় তৈরি করতে ব্যবহৃত টেরিলিন (পলিএস্টার) নামক রাসায়নিক তন্তু অ্যালকোহল ও জৈব এসিড থেকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রস্তুত করা হয়। এখানে উল্লেখ্য কার্বোহাইড্রেড ও তেল জাতীয় প্রাকৃতিক পলিমার অ্যালকোহল ও জৈব এসিড থেকে গঠিত হয়। তবে পলিএস্টার দ্বারা প্রস্তুত কাপড়ের চাহিদা দিন দিন ক্রমান্বয়ে হ্রাস পাচ্ছে।



সুগন্ধি (এস্টার) জাতীয় রাসায়নিক দ্রব্য তৈরি করতে জৈব এসিড ব্যবহৃত হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ :

প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোলিয়াম ও কয়লা ব্যবহারের কৌশল:

প্রাকৃতিক গ্যাস পেট্রোলিয়াম ও কয়লায় অনেক ক্ষেত্রে সালফার, নাইট্রোজেন উপস্থিত থাকে। বাতাসের অক্সিজেনের সাথে এগুলোর বিক্রিয়ায় উৎপাদ বিবেচনায় নিবে।

প্রাকৃতিক গ্যাস পেট্রোলিয়াম ও কয়লা পোড়ালে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। এটি একেটি গ্রীনহাউজ গ্যাস।]

> **পরিবেশের উপর প্লাস্টিক দ্রব্যের প্রভাব সম্পর্কিত অনুসন্ধান:**
> প্লাস্টিক বর্জ্য ফেলার জায়গা, প্লাস্টিকের পচনশীলতা, প্লাস্টিক দ্রব্য মাটিকে ঢেকে রাখলে এতে বায়ু ও সূর্যালোক প্রবেশের সুযোগ, বৃক্ষের শিকড় বিস্তারে বাধা ইত্যাদি বিবেচনা করবে।

১১.৮ জৈব ও অজৈব যৌগের পার্থক্যকরণ

এ অধ্যায়ে তুমি যে সকল যৌগ সম্পর্কে অধ্যয়ন করেছ তার সবই জৈব যৌগ। জৈব যৌগসমূহ সমযোজী বন্ধনের মাধ্যমে এবং অজৈব যৌগসমূহ আয়নিক বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত হয়। তবে কিছু সমযোজী যৌগ থাকে যারা আয়নিক বৈশিষ্ট্য অর্জন করে। একইভাবে কিছু আয়নিক যৌগ থাকে যারা সমযোজী বৈশিষ্ট্য অর্জন করে।

> **শিক্ষার্থীর কাজ :** জৈব যৌগের সংজ্ঞা দাও।
>
> **চিন্তা কর :** আয়নিক ও সমযোজী যৌগের পার্থক্যের ভিত্তিতে কিভাবে জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্য করা যায়। কয়েকটি জৈব ও অজৈব যৌগ নিয়ে গলনাংক নির্ণয় করে পার্থক্য দেখাও।

অনুশীলনী

বহুনির্বাচনি প্রশ্ন:

১. প্রাকৃতিক গ্যাসে শতকরা কত ভাগ ইথেন থাকে?

ক. 3 ভাগ   খ. 4 ভাগ

গ. 6 ভাগ   ঘ. 7 ভাগ

২. নিচের কোন যৌগটি ব্রোমিন দ্রবণের লাল বর্ণকে বর্ণহীন করতে পারে?

ক. C_3H_8 খ. C_3H_8O

গ. C_3H_6O ঘ. C_3H_4

উপরের বিক্রিয়া থেকে ৩ ও ৪ নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

৩. Y যৌগটির নাম কী?

ক. 1, 1-ডাইব্রোমো প্রোপেন   খ. 2, 2-ডাইব্রোমো প্রোপেন

গ. 1, 1, 2, 2-টেট্রাব্রোমো প্রোপেন   ঘ. 1, 2-ডাইব্রোমোপ্রোপিন

৪. উদ্দীপকের 'X' যৌগটি

i. সংযোজন বিক্রিয়া দেয়

ii. প্লাস্টিক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়

iii. Y অপেক্ষা কম সক্রিয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক. i ও ii খ. ii ও iii

গ. i ও iii ঘ. i, ii ও iii

সৃজনশীল প্রশ্ন:

১. মার্চ-জুন মাসে বাংলাদেশে সংরক্ষণের অভাবে প্রচুর পরিমাণে আলু নষ্ট হয়। আলু থেকে নিচের বিক্রিয়ায় ইথানল উৎপন্ন করা যায়।

$$\text{শ্বেতসার} \xrightarrow[H_2O]{\text{এনজাইম (ডায়াসটেজ ও ম্যালটেজ)}} \text{গ্লুকোজ} \xrightarrow{\text{এনজাইম (জাইমেজ)}} \text{ইথানল}$$

ক. পেট্রোলিয়ামের প্রধান উপাদান কী?

খ. অ্যালকেন অপেক্ষা অ্যালকিন সক্রিয় কেন ব্যাখ্যা কর।

গ. আলু থেকে মিথেন প্রস্তুতির বর্ণনা দাও।

ঘ. অতিরিক্ত আলুকে জীবাশ্ম জ্বালানির বিকল্প হিসেবে ব্যবহারের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ কর।

২. পর্যায়ক্রমে একটি গ্যাসকে i থেকে iii বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন পদার্থে পরিণত করা হয়।

i. $$2CH_4 \xrightarrow{1500^\circ C} HC\equiv CH + H_2$$

ii. $$HC\equiv CH + HCl \longrightarrow CH_2=CHCl$$

iii. $$nCH_2=CHCl \xrightarrow{\text{polymerization}} \left[CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} \right]_n$$

ক. হাইড্রোকার্বন কাকে বলে?

খ. বেনজিন অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন কেন?

গ. ii নং বিক্রিয়াটি কোন ধরনের বিক্রিয়া ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকের প্রথম বিক্রিয়ক গ্যাসটি ব্যবহার বহুমুখীকরণের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ কর।